

FUNGSI PERINGATAN DINI DAN KESIAPAN MASYARAKAT DALAM PENGURANGAN RESIKO BENCANA TSUNAMI DI INDONESIA: STUDI KASUS DI KOTA PADANG

Herryal Z. Anwar

ABSTRAK Gempabumi ($M_w = 9.3$) yang terjadi pada tanggal 26 Desember 2004 yang lalu, dengan sumber ± 160 km dari pantai barat Provinsi NAD, telah memicu mega-tsunami yang dahsyat. Gelombang tsunami tersebut tidak hanya menyapu wilayah Provinsi NAD akan tetapi juga pantai-pantai di negara-negara seputar lautan Hindia. Tidak adanya kesiapan masyarakat serta belum adanya peringatan dan tidak dipahaminya tanda-tanda alam yang menyebabkan gelombang tsunami telah menyebabkan banyaknya jatuh korban pada saat bencana tahun 2004 yang lalu. Sistem peringatan dini bahaya tsunami dapat didasarkan kepada tanda-tanda alam yang mendahului atau yang secara resmi disampaikan kepada masyarakat berdasarkan sistem yang dirancang secara khusus dengan menggunakan teknologi modern, yang penggunaannya di Indonesia telah diresmikan sejak tahun 2008 yang lalu. Sejumlah sirine untuk mendukung peringatan dini tersebut telah pula terpasang disekeliling tempat di wilayah rawan tsunami di Indonesia, diantaranya di Kota Padang. Namun demikian, efektivitas suatu sistem peringatan dini tsunami, sangat ditentukan oleh kesiapan masyarakat dalam mengantisipasi ancaman bahaya tsunami. Kajian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu analisis kesiapan masyarakat yang terpapar oleh bahaya tsunami di Kota Padang, dalam merespon dan memahami peringatan dini bahaya tsunami. Kajian dilakukan dengan metoda kuesioner untuk menganalisis fungsi peringatan dini dan kesiapan masyarakat di Kota Padang terhadap ancaman bahaya tsunami.

Naskah masuk : 8 Februari 2011
Naskah diterima : 8 Desember 2011

Herryal Z. Anwar
Pusat Penelitian Geoteknologi –LIPI
Jl. Sangkuriang Bandung 40135
Email : herryal.za@gmail.com

Sedangkan pertanyaan-pertanyaan terkait dalam kuesioner digolongkan dalam unsur-unsur kewaspadaan, perencanaan evakuasi dan unsur pendukung kesiapan.

Kata kunci : sistem peringatan dini, respon, kewaspadaan, kesiapan, evakuasi.

ABSTRACT The 26 December 2004 earthquake ($M_w = 9.3$) that occurred at about 160 km from west coast of NAD Province had triggered a devastating mega-tsunami. The tsunami wave did not only sweep the region but also the coastal side of the countries around the Indian Ocean. Lack of preparedness and warning and minimum understanding to the natural warning of the incoming tsunami hazard had caused many victims during the 26 December 2004 event. A tsunami early warning system can be based on natural warning which precede a tsunami or a technological warning, developed specifically based on a modern technology. A technological warning had been established in Indonesia since 2008. A number of warning sirens had also been installed in several coastal areas in Indonesia. Nevertheless, the effectiveness of the tsunami warning also on the community preparedness in anticipating depends the tsunami hazard. The aim of this study is to develop an analysis of community preparedness in responding to and understanding tsunami warnings in Padang city. This study was conducted using questionnaire to analyse the early warning function and the community preparedness to anticipate the tsunami hazard. The questions are grouped into the element of awareness, evacuation planning and supporting element.

Keywords : early warning system, response, awareness, preparedness, evacuation

PENDAHULUAN

Bahaya tsunami dapat menyebabkan dampak yang sangat merusak bagi manusia seperti kematian, terluka atau kehilangan harta benda. Sistem peringatan dini bahaya tsunami merupakan salah satu upaya untuk mengurangi resiko dampak

bahaya tsunami yang terintegrasi secara langsung dalam program pengurangan resiko bahaya tsunami. Namun demikian, pengurangan resiko bahaya tsunami melalui pengembangan sistem peringatan dini tidak terlepas dari unsur-unsur kesiapan masyarakat dan infrastruktur pendukung. Pada dasarnya, peringatan dini bahaya tsunami baik yang disampaikan secara alamiah maupun melalui sirine yang secara resmi disampaikan kepada masyarakat, merupakan media informasi agar penduduk yang terpapar menyadari dan mengetahui secara dini adanya ancaman bahaya tsunami, sehingga memberi kesempatan kepada mereka yang terpapar untuk menghindarinya sedini mungkin sebelum gelombang tsunami tiba di daratan.

Keterlibatan masyarakat yang beresiko merupakan salah satu mata rantai dalam setiap peringatan dini yang menjadikan sistem peringatan dini tersebut efektif (UN-ISDR, 2006). Oleh karena itu tujuan dari suatu sistem peringatan dini adalah untuk memberdayakan individu atau masyarakat agar dapat memberikan reaksi yang tepat dan dalam waktu yang terbatas untuk menyelamatkan dirinya ketempat yang lebih aman (UN-ISDR, 2006). Dengan adanya peringatan dini bahaya tsunami diharapkan masyarakat dapat memberikan respon yang tepat. Pemahaman terhadap resiko bahaya tsunami dan makna peringatan dini merupakan dua hal yang terpenting dalam memberikan respon yang tepat terhadap peringatan dini bahaya tsunami, sehingga dapat dilakukan evakuasi ketempat yang lebih aman. Disamping itu, adanya *shelter* atau tempat perlindungan yang dapat tercapai dalam waktu singkat juga sangat menentukan berlangsungnya suatu proses evakuasi yang efektif.

Kesiapan masyarakat yang terpapar oleh bahaya tsunami secara optimal sangat dibutuhkan. Hal ini disebabkan kebanyakan wilayah pantai dan pesisir pulau-pulau di wilayah Indonesia yang terancam oleh bahaya tsunami digolongkan sebagai zona "*near-source-generated tsunami*" atau adanya potensi sumber tsunami yang berjarak pendek (Gambar 1). Jarak pendek tersebut menyebabkan waktu tiba gelombang tsunami menjadi sangat singkat. Sebagai akibatnya, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan evakuasi menjadi sangat singkat pula. Sistem peringatan dini bahaya tsunami di Indonesia (Harjadi, 2008) telah diresmikan penggunaannya sejak tahun 2008 yang lalu yang dikenal dengan nama InaTEWS. Sistem ini

dilengkapi dengan infrastruktur pengambil keputusan atau *Decision Support System* (DSS) yang dibangun berdasarkan teknologi modern, dengan didukung oleh sejumlah instrumen pendeteksi gempa bumi dan tsunami yang ditempatkan baik di lautan dan juga di daratan, dilengkapi pula dengan sirine peringatan dini serta perangkat lunak pengolah data. Sejumlah sirine untuk memberikan peringatan kepada masyarakat telah pula terpasang di sejumlah tempat yang berpotensi terancam oleh bahaya tsunami di Indonesia, diantaranya di Kota Padang.

Pada dasarnya, setelah masyarakat mendengar suara sirine peringatan dini tsunami atau merasakan adanya gempabumi yang dapat menimbulkan tsunami, dibutuhkan reaksi yang tepat dan cepat, sehingga mereka masih memiliki waktu yang cukup untuk menuju *shelter* sebelum gelombang tsunami tiba. Masyarakat yang tidak siap untuk melakukan evakuasi cenderung akan menjadi korban dampak bahaya tsunami. Oleh karena itu, agar setiap peringatan dini menjadi efektif, dibutuhkan respon dari masyarakat yang hingga kajian ini dilakukan tingkat kesiapannya di Kota Padang belum diketahui. Kajian ini bertujuan untuk memetakan kesiapan masyarakat yang terpapar bahaya tsunami di Kota Padang, dalam merespon adanya peringatan dini, baik secara alamiah maupun resmi yang disampaikan oleh Pemerintah. Dalam kajian ini, dilakukan pengukuran terhadap kapasitas masyarakat untuk menentukan kesiapannya dengan menggunakan metoda kuesioner, berdasarkan kriteria peringatan dini yang direkomendasikan oleh UN-ISDR (2006). Kajian reaksi masyarakat terhadap peringatan dini bahaya tsunami di Kota Padang dilakukan antara tahun 2006 - 2009 di kelurahan-kelurahan yang terpapar oleh bahaya tsunami sebagai percont.

Potensi bahaya tsunami di Indonesia dan sistem peringatan dini

Seperti yang pada umumnya sudah dipahami bersama bahwa posisi geografis kepulauan Indonesia yang berada pada zona pertemuan lempeng-lempeng tektonik Eurasia, Hindia-Australia, Pasifik dan Filipina (Gambar 1) telah menyebabkan banyak wilayah Indonesia yang sangat rentan terhadap gempabumi baik yang berpusat di darat maupun di dasar laut yang berpotensi tsunami (Bock, 2003; Natawijaya, 2006).

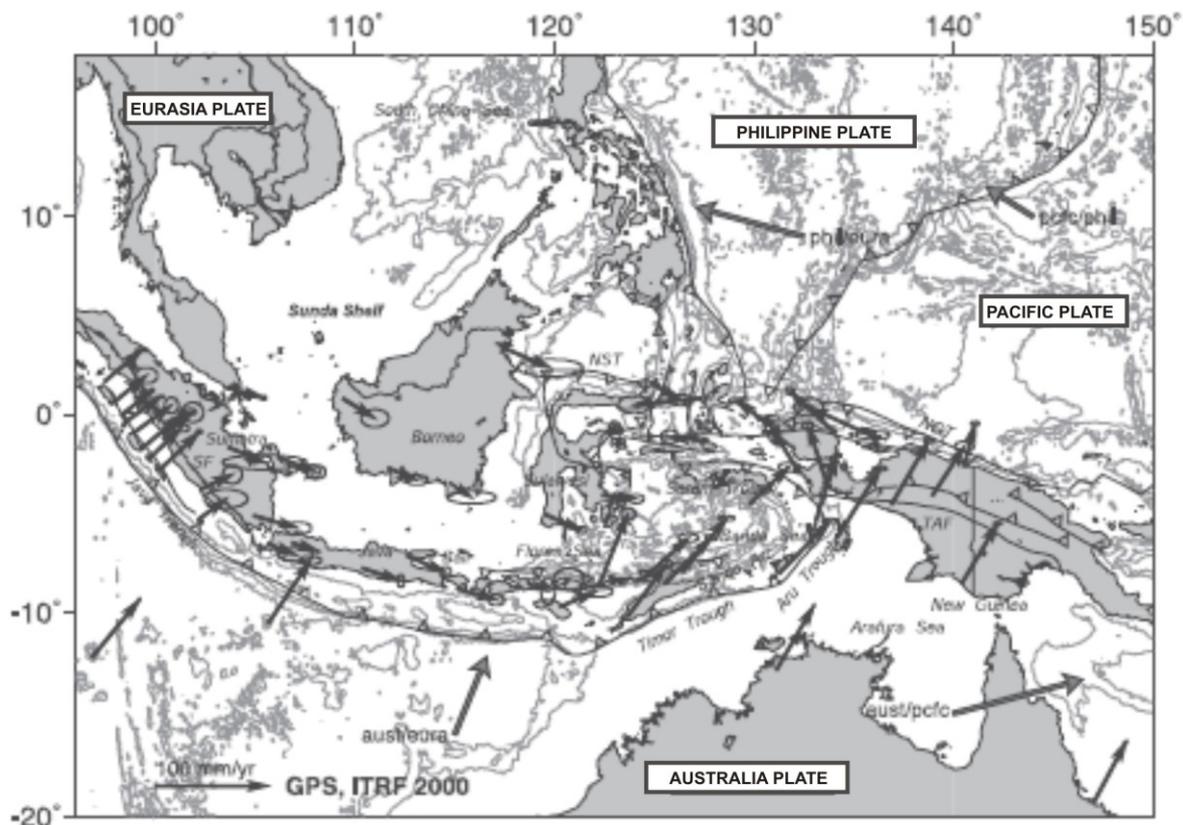
Bencana tsunami telah pernah terjadi beberapa kali di wilayah Indonesia, namun kerugian yang diakibatkannya masih lebih kecil dibandingkan dengan dampak bencana tsunami yang terjadi di NAD pada tahun 2004 yang silam, sehingga tidak mendapatkan perhatian secara luas. Tabel 1 memperlihatkan bencana tsunami yang pernah terjadi di Indonesia sejak tahun 1992 hingga 2006 (Ratag, 2007).

Tabel 1. Kejadian bencana tsunami di wilayah Indonesia

Lokasi	Tahun
Flores	1992
Banyuwangi	1994
Biak	1996
Maluku	1998
Bangai	2000
Alor	2004
Aceh	2004
Nias	2005
Pangandaran	2006
Pulau Buru	2006

*) Sumber : Ratag, BMG (2007)

Gambar 1 memperlihatkan kondisi tektonik Kepulauan Indonesia, yang dikelilingi oleh zona subduksi lempeng-lempeng tetonik, yang berpotensi menjadi pusat-pusat gempa bumi laut. Terlihat bahwa zona-zona subduksi tersebut memiliki jarak yang sangat berdekatan dengan kebanyakan pantai dan pesisir pulau-pulau di wilayah Indonesia. Jika gempa bumi yang terjadi pada zona subduksi berpotensi untuk memicu gelombang tsunami, maka waktu perambatan gelombang tsunami tersebut hingga mencapai daratan akan menjadi sangat singkat. Bagi wilayah atau pulau-pulau kecil yang posisinya lebih dekat lagi dengan pusat-pusat gempa bumi tentu waktu perambatannya hingga tiba di pantai akan jauh lebih pendek lagi, seperti yang terjadi pada bulan Oktober 2010 yang lalu di Kepulauan Mentawai, dimana waktu tiba gelombang tsunami hanya sekitar 10 - 15 menit (Widjokongko, 2011).



Gambar 1. Peta tektonik aktif Indonesia (Bock, 2003)

Gelombang tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi merupakan yang sangat sering terjadi di dunia (Satake, 1991). Begitu pula di wilayah Indonesia, gelombang tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi paling sering terjadi (Latief, 2001). Gempa bumi besar yang berpusat di dasar laut pada kedalaman dangkal berpotensi untuk menyebabkan tsunami (Satake, 2005). Pada kejadian bencana tsunami tahun 2004 yang lalu, genangannya di daratan Kota Banda Aceh mencapai jarak 4 km dari pantai dengan ketinggian gelombang di pantai mencapai 5 – 30 m dibanyak lokasi (Kawata, *et.al.*, 2005), sehingga menyebabkan dampak yang sangat luas dan masif. Belum adanya peringatan dini dan masih rendahnya kesiapan masyarakat ditengarai menjadi penyebab banyaknya jatuh korban.

Sistem peringatan dini bahaya tsunami di Indonesia diharapkan mampu meminimalisir jatuhnya korban jika terjadi tsunami lagi di masa depan. Namun disamping adanya peringatan dini secara resmi, serta tanda-tanda alam, adanya kearifan lokal pada daerah tertentu, akan sangat berperan pula dalam pengurangan resiko bahaya tsunami, seperti yang dialami oleh penduduk Simelue pada tahun 2004 yang lalu (Mc Adoo, 2006).

Suatu gempa bumi besar yang berpotensi memicu bahaya tsunami diperkirakan dapat terjadi pada zona subduksi di wilayah Mentawai sebelah barat P. Sumatera, yang pada saat ini pergerakan lempeng tektonik di wilayah tersebut telah dalam keadaan terkunci. Kondisi demikian pada suatu saat dapat menyebabkan terjadinya gempa bumi besar yang kemungkinan dapat memicu gelombang tsunami (Natawijaya, 2009, McClosky, 2010). Jika hal ini terjadi, maka Kota Padang yang posisinya sangat berdekatan dengan zona tersebut diperkirakan dapat terkena dampaknya dan waktu tiba gelombang tsunami di pantai diperkirakan kurang dari 30 menit (Latief, 2006). Oleh karena itu, agar masyarakat dapat memberikan respon yang tepat terhadap adanya peringatan baik melalui sirine maupun tanda-tanda alam lainnya dibutuhkan kesiapannya yang optimal.

METODOLOGI

Penentuan lokasi kajian

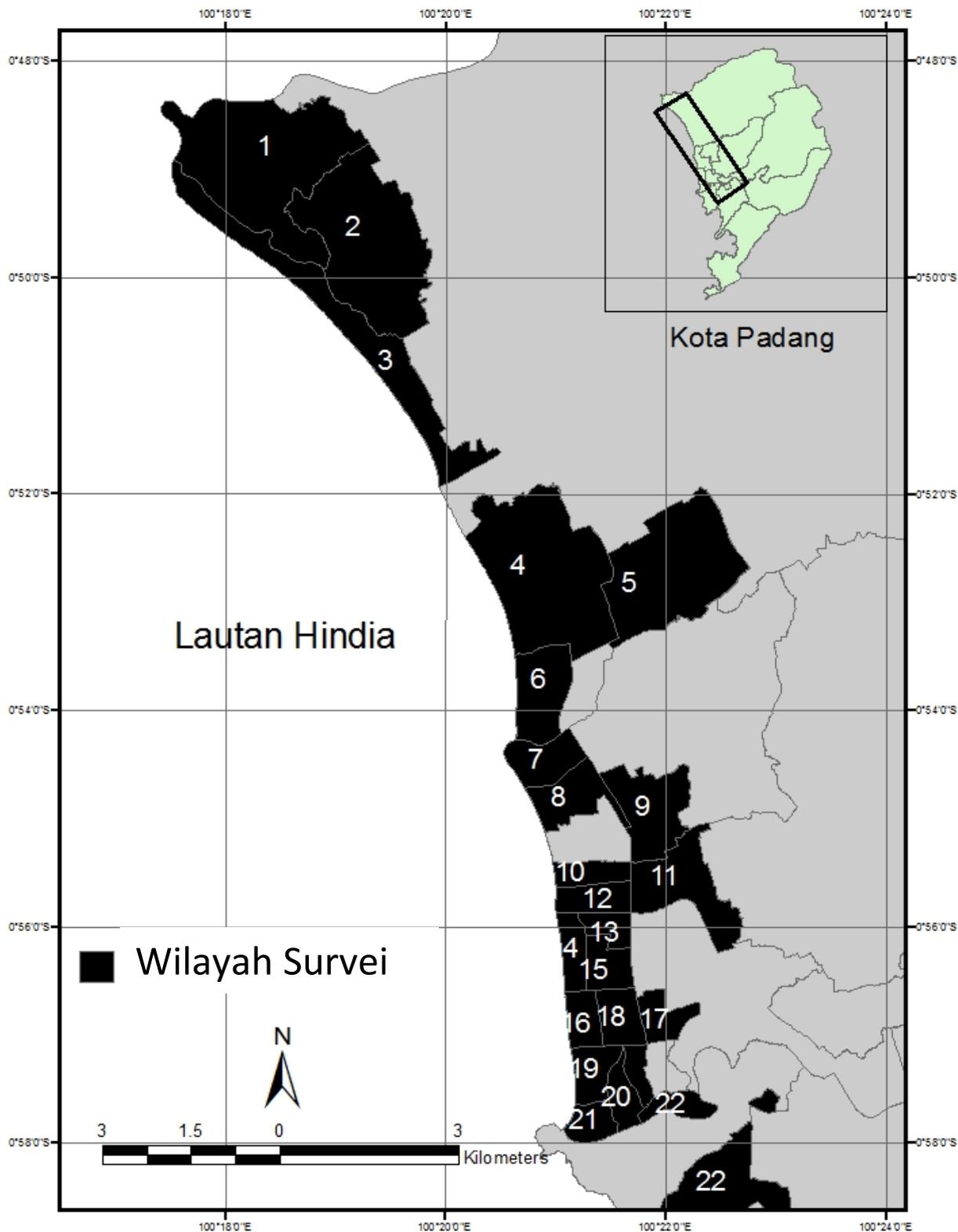
Survei dalam kajian ini dilakukan dengan metoda kuesioner pada rumah tangga secara acak (*random sampling*) di setiap wilayah kelurahan yang

dijadikan contoh. Penentuan wilayah survei dilakukan dengan cara *purposive sampling* yang melibatkan 22 wilayah kelurahan yang terpapar terhadap bahaya tsunami di kota Padang. Wilayah-wilayah kelurahan tersebut pada umumnya berada pada jarak sekitar 0 - 3 km dari tepi pantai (Gambar 2). Secara keseluruhan, responden berjumlah 1200 rumah tangga percontonya. Sedangkan di setiap kelurahan jumlah rata-rata rumah tangga berkisar antara 50 – 60. Setiap rumah tangga diwakili oleh satu orang responden yang telah dewasa. Tabel 2 memperlihatkan wilayah kelurahan yang dijadikan contoh dalam studi ini.

Konsep

Respon dan reaksi masyarakat merupakan salah satu faktor yang penting agar peringatan dini menjadi efektif (UN-ISDR, 2006). Oleh karena itu, fokus survei kuesioner yang dilakukan dalam kajian ini adalah untuk menentukan kesiapan masyarakat dalam merespon peringatan dini bahaya tsunami, baik yang diperoleh secara alamiah maupun secara resmi melalui sirine peringatan dini. Untuk itu, pertanyaan-pertanyaan yang dikembangkan dalam kuesioner kemudian dijadikan sebagai indikator kesiapan masyarakat dan dikelompokkan dalam unsur-unsur kewaspadaan, perencanaan evakuasi dan penunjang. Setiap unsur terdiri dari sejumlah indikator. Selanjutnya setiap unsur tersebut masing-masing diberikan bobot tertentu berdasarkan tingkat pengaruhnya atau fungsinya terhadap kesiapan masyarakat. Tujuannya adalah agar kesiapan masyarakat secara keseluruhan dapat dikuantifikasi. Tabel 3 dibawah memperlihatkan sistem pembobotan yang dilakukan dalam kajian ini. Hasil kajian untuk setiap indikator kemudian digambarkan dalam diagram batang (Gambar 3 - 5).

Berdasarkan pembobotan dan nilai setiap indikator maka dapat ditentukan indeks kesiapan mencerminkan tingkat kewaspadaan masyarakat terhadap bahaya tsunami. Indeks kesiapan mencerminkan tingkat kesiapan masyarakat dalam merespon peringatan dini bahaya tsunami. Oleh karena itu tujuan dan sasaran dari unsur dan indikator dalam kuesioner adalah untuk menentukan tingkat kesadaran dan kewaspadaan masyarakat terhadap ancaman bahaya tsunami, perencanaan evakuasi dan unsur penunjang kesiapan.



Gambar 2. Wilayah administrasi kelurahan di Kota Padang yang dijadikan contoh.

Tabel 2. Kelurahan di Kota Padang yang dijadikan perconto.

No. Sampling	Kelurahan	Kecamatan
1	Padang Sarai	Koto Tengah
2	LubukBuaya	Koto Tengah
3	Pasie Nan Tigo	Koto Tengah
4	ParupukTabing	Koto Tengah
5	DadokTunggulHitam	Koto Tengah
6	Air Tawar Barat	Padang Utara
7	UlakKarang Utara	Padang Utara
8	UlakKarang Selatan	Padang Utara
9	GunungPangilun	Padang Utara
10	Arai Prak Kopi	Padang Utara
11	FlamboyanBaru	Padang Barat
12	RimboKaluang	Padang Barat
13	Ujung Gurun	Padang Barat
14	Purus	Padang Barat
15	Padang Pasir	Padang Barat
16	Olo	Padang Barat
17	KampungJao	Padang Barat
18	BelakangTangsi	Padang Barat
19	KampungPondok	Padang Barat
20	BerokNipah	Padang Barat
21	Sawah	Padang Timur
22	PasarGadang	Padang Selatan

Tabel 3. Pembobotan untuk setiap unsur.

No.	Unsur dan Indikator	Bobot
1	Kesadaran dan kewaspadaan terhadap ancaman bahaya tsunami - Pemahaman terhadap gejala alam tsunami - Akses terhadap peringatan dini - Respon terhadap peringatan dini - Reaksi dini	5
2	Perencanaan evakuasi - Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan evakuasi - Pemahaman terhadap lokasi evakuasi - Pemahaman terhadap jalur evakuasi	4
3	Penunjang kesiapan - Partisipasi dalam sosialisasi bahaya tsunami - Kesiapsiagaan	3

Kesadaran dan kewaspadaan terhadap ancaman bahaya tsunami.

Unsur ini bertujuan untuk memetakan kesadaran dan kewaspadaan masyarakat dengan cara mengetahui pemahamannya terhadap potensi bahaya tsunami dan persepsinya tentang keberadaan media peringatan dini. Unsur ini merupakan unsur utama dalam kajian ini dan dianggap memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami dan diberikan bobot 5. Sedangkan sasaran pertanyaan-pertanyaan yang dikembangkan dalam unsur ini adalah untuk mengetahui:

- Pemahaman masyarakat terhadap tanda-tanda alam tsunami.
- Kualitas sirine peringatan dini bahaya tsunami.
- Pemahaman terhadap arti dari peringatan dini (alam dan teknologi).
- Tindakan yang akan dilakukan setelah mengetahui tanda-tanda alam atau mendengar peringatan sirine peringatan dini.

Perencanaan evakuasi

Unsur ini bertujuan untuk memetakan kesiapan evakuasi. Dalam kajian ini, unsur ini merupakan unsur sekunder dalam kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami dan diberikan bobot 4. Kelompok ini ditujukan untuk mengevaluasi kesiapan masyarakat dalam melakukan evakuasi. Sedangkan pertanyaan-pertanyaan yang dikembangkan dalam unsur ini adalah :

- Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai lokasi *shelter* atau tempat evakuasi.
- Pengetahuan terhadap lokasi evakuasi (*shelter*) yang tersedia.
- Pengetahuan terhadap jalur atau jalan menuju ke lokasi *shelter*.

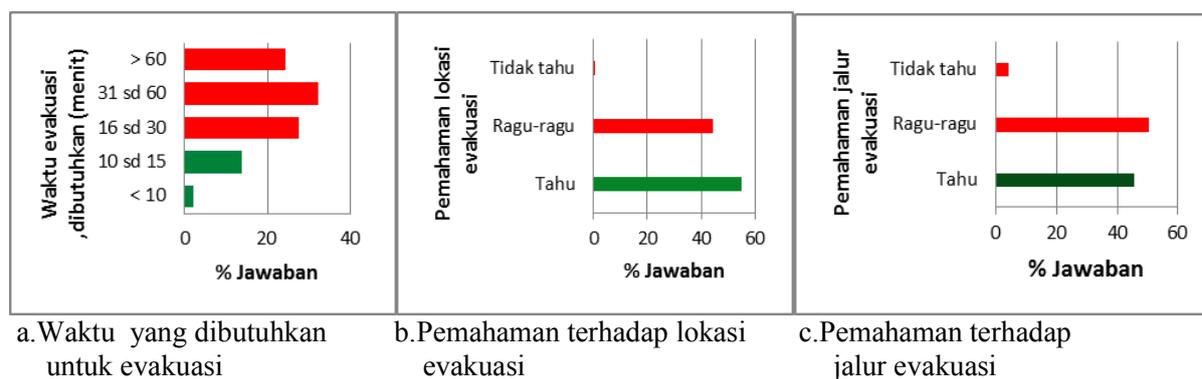
Penunjang kesiapan evakuasi

Unsur ini bertujuan untuk memetakan kesiapsiagaan masyarakat sebagai dampak pendidikan dan pelatihan yang telah diberikan selama ini dan merupakan unsur pendukung kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami. Unsur ini diberi bobot 3. Pertanyaan dalam kelompok ini bertujuan untuk mengevaluasi perkembangan kesiapsiagaan masyarakat setelah banyak dilakukannya sosialisasi bahaya tsunami selama ini di Kota Padang. Pertanyaan-pertanyaan yang dikembangkan dalam kelompok ini adalah :

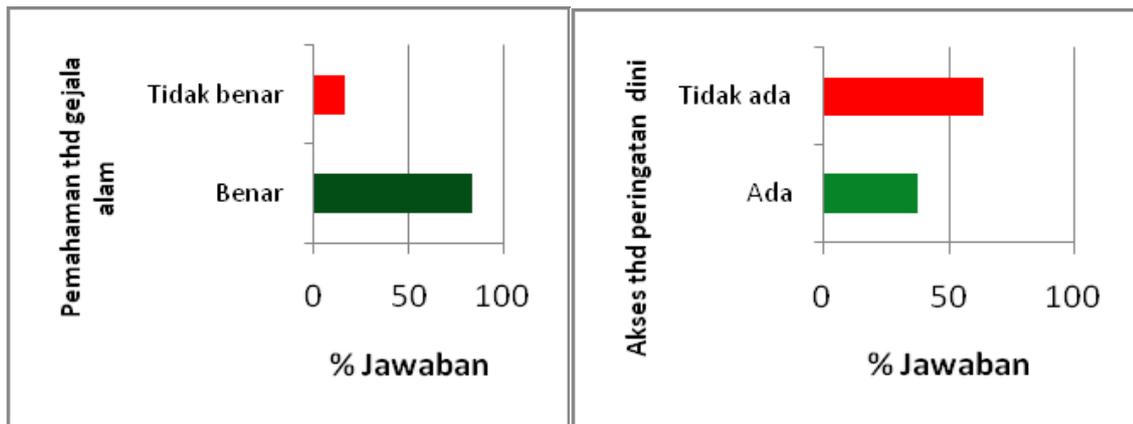
- Partisipasi dalam sosialisasi atau pendidikan lainnya mengenai bahaya tsunami.
- Kesiapsiagaan dalam penyiapan peralatan pribadi seperti tas siaga untuk melakukan evakuasi.

HASIL

Diagram pada Gambar 3 - 5 memperlihatkan hasil survei dalam mengukur kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami di Kota Padang.

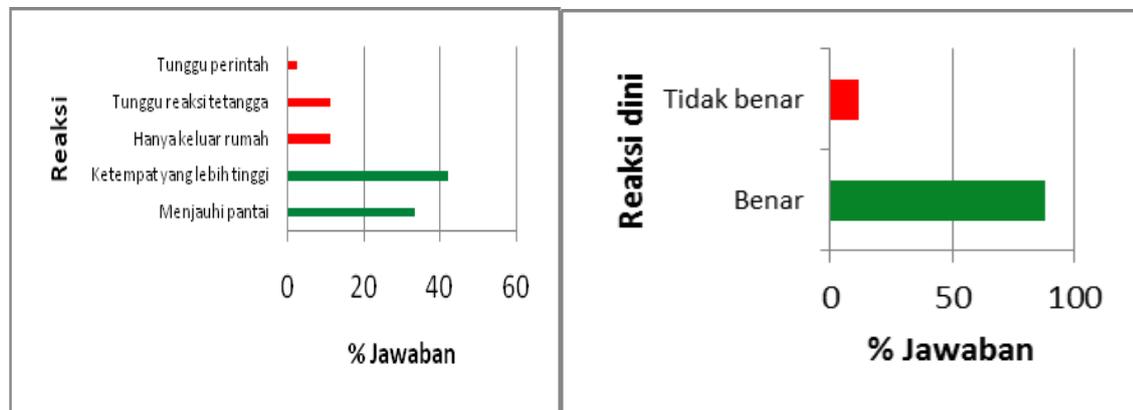


Gambar 3. Unsur kesadaran dan kewaspadaan terhadap ancaman bahaya tsunami.



a. Pemahaman terhadap gejala alam tsunami

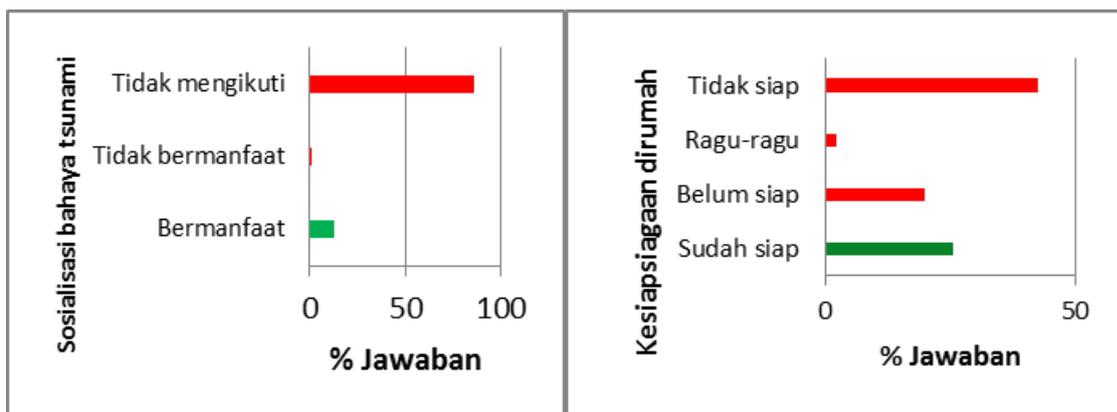
b. Akses terhadap peringatan dini



c. Respon terhadap sirine peringatan dini

d. Reaksi dini

Gambar 4. Unsur perencanaan evakuasi



a. Partisipasi dalam sosialisasi bahaya tsunami

b. Kesiapsiagaan

Gambar 5. Unsur penunjang kesiapan

Tabel 4. Perhitungan indeks kesiapan masyarakat.

Indikator	Jawaban yang benar %	Bobot	Indeks kesiapan (b x c)
a	b	c	d
1) Kesadaran dan kesadaran terhadap ancaman bahaya tsunami			
	83.2	5	4.16
a. Pemahaman terhadap gejala alam tsunami	37.3	5	1.865
b. Akses terhadap peringatan dini	75.3	5	3.765
c. Respon terhadap sirine peringatan dini	88.4	5	4.42
d. Reaksi dini			
2) Perencanaan evakuasi			
a. Waktu yang dibutuhkan untuk evakuasi	15.8	4	0.632
b. Pemahaman terhadap lokasi evakuasi	55.1	4	2.204
c. Pemahaman terhadap jalur evakuasi	44.1	4	1.764
3) Penunjang kesiapan			
a. Partisipasi dalam sosialisasi bahaya tsunami	13	3	0.39
b. Kesiapsiagaan	25	3	0.75
Jumlah Indeks Kesiapan			15.53

Jawaban yang diperoleh dalam survey kuesioner ini hanya dibagi menjadi dua kriteria, yaitu jawaban yang benar dan yang tidak benar agar dapat memenuhi sasaran setiap pertanyaan. Sedangkan jawaban yang ragu-ragu dan salah dianggap sebagai jawaban yang tidak benar. Diagram batang di atas yang berwarna hijau adalah untuk menerangkan jawaban yang dianggap benar, sedangkan yang berwarna merah adalah untuk jawaban yang tidak benar. Berdasarkan diagram hasil survey tersebut diatas kemudian diperhitungkan indeks kesiapan untuk masing-masing indikator (Tabel 4). Dalam hal ini indeks kesiapan adalah suatu metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesiapan masyarakat dalam mengantisipasi bahaya tsunami.

Hasil perhitungan dalam Tabel 4 memperlihatkan bahwa indeks kesiapan masyarakat yang terpapar oleh bahaya tsunami di Kota Padang pada saat

dilakukan survey (antara tahun 2006 - 2009) adalah 15.53. Sedangkan jumlah indeks kesiapan maksimum adalah 38, yang hanya dapat dicapai jika jawaban yang dianggap benar pada setiap indikator mencapai 100 % sehingga indeks kesiapan juga akan mencapai nilai maksimum 100%. Berdasarkan Tabel 4 diatas maka indeks kesiapan masyarakat yang terpapar bahaya tsunami di Kota Padang, ketika dilakukan survey adalah :

$$15.53/38 \times 100\% = 41\%$$

Berdasarkan indeks kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami kemudian diklasifikasikan tingkat kesiapan masyarakat dalam tiga kelompok yaitu :

- Rendah : 0 % - 34 %
- Sedang : 34 % - 66 %
- Tinggi : 66 % - 100 %

Dengan demikian maka kesiapan masyarakat Kota Padang pada dasarnya termasuk dalam kriteria sedang.

DISKUSI

Respon dan Kesiapan

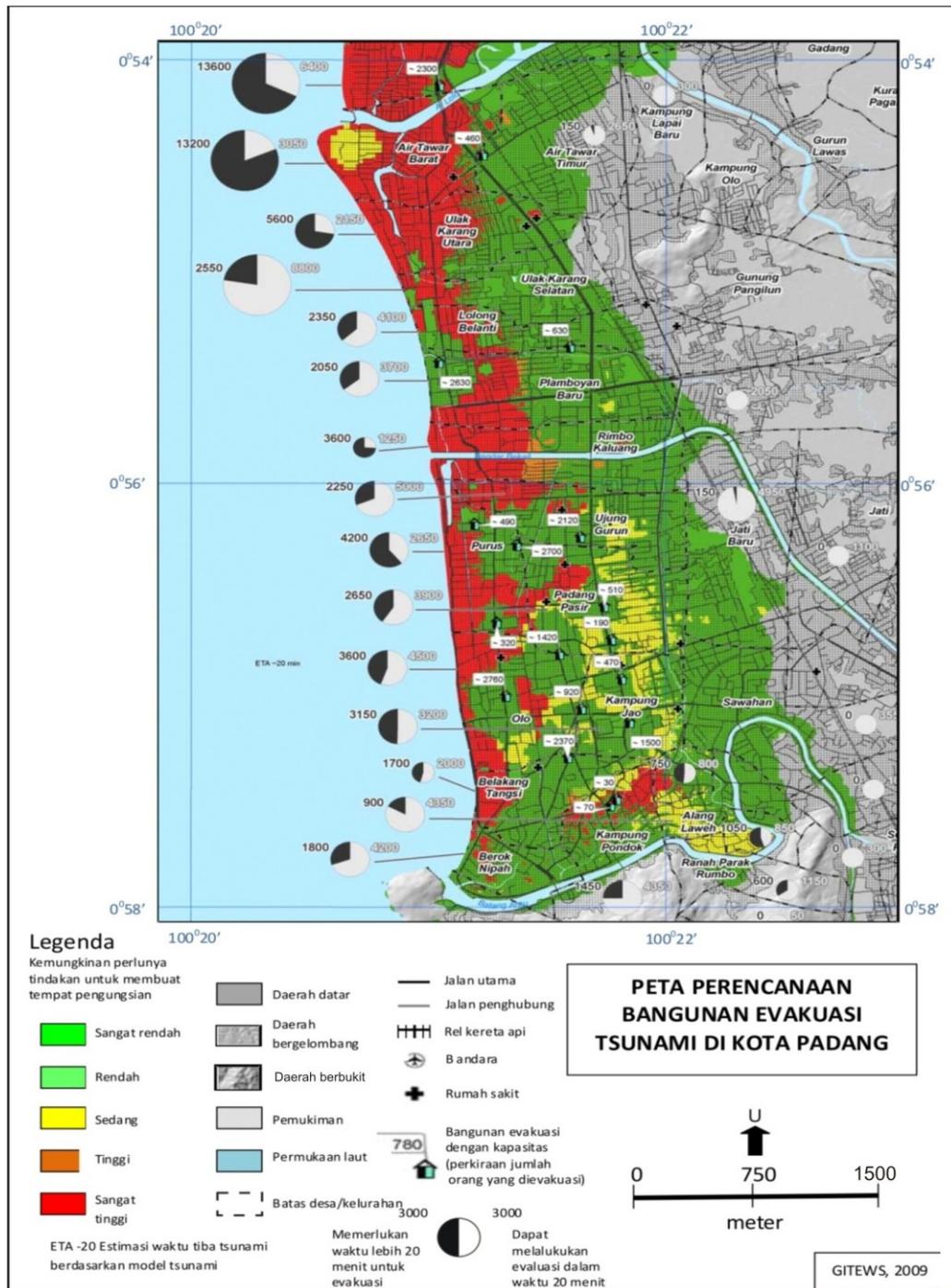
Hasil survei di Kota Padang, memperlihatkan indeks kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami berkisar sekitar 41 % menandakan tingkat kesiapan masyarakat termasuk dalam kriteria sedang, namun nilainya sudah berada pada keadaan kritis yang rentan untuk terdegradasi menjadi rendah. Hasil survey juga mengindikasikan faktor yang sangat berperan dalam hal ini adalah belum meratanya pemahaman masyarakat terhadap lokasi dan jalur evakuasi, demikian pula akses terhadap sirine peringatan dini antara lain disebabkan belum terdistribusinya secara merata media peringatan dini tersebut. Disamping itu partisipasi masyarakat terhadap sosialisasi bencana tsunami dan kontinuitasnya masih rendah. Walaupun masyarakat sudah banyak yang dapat memahami tanda-tanda alam bahaya tsunami, namun belum tersedianya lokasi evakuasi, terutama bangunan evakuasi vertikal, di tempat-tempat konsentrasi masyarakat, menyebabkan masih lemahnya perencanaan evakuasi masyarakat. Perbaikan terhadap indeks-indeks tersebut diatas dapat meningkatkan kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami.

Dengan memperbanyak jumlah sirine-sirine peringatan dini dengan intensitas suara yang baik serta mudah dimengerti oleh masyarakat, maka akan dapat memudahkan penerimaan terhadap peringatan dini tersebut. Kesiapsiagaan masyarakat dapat ditingkatkan melalui sosialisasi, pendidikan dan pelatihan. Oleh karena itu kuantitas, kualitas dan kontinuitas sosialisasi, pendidikan dan pelatihan bahaya tsunami perlu ditingkatkan begitu pula dengan keterlibatan masyarakat. Banyaknya masyarakat yang sudah dapat memahami tanda-tanda alam tsunami memperlihatkan adanya bagian dari sosialisasi yang telah berhasil dalam meningkatkan kesiapan masyarakat, baik yang dilakukan secara langsung kepada masyarakat ataupun melalui media masa cetak dan elektronik yang pada waktu tertentu menyajikan informasi-informasi tentang bahaya gempa bumi dan tsunami kepada masyarakat.

Perencanaan evakuasi

Singkatnya waktu tiba tsunami di tepi pantai membutuhkan sistem evakuasi yang mudah dan cepat dicapai. Berdasarkan kondisi morfologi Kota Padang maka sistem evakuasi secara vertikal merupakan pilihan yang tepat untuk masyarakat yang terpapar di pantai dan pesisir Kota Padang. Oleh karena itu Pemerintah Kota Padang sebelumnya telah mengalokasikan sejumlah bangunan bertingkat di kota Padang yang dianggap dapat berfungsi sebagai lokasi evakuasi secara vertikal. Dalam kenyataannya bangunan-bangunan evakuasi vertikal tersebut letaknya tidak terdistribusi secara merata di lokasi-lokasi masyarakat yang terpapar oleh bahaya tsunami, sehingga di sebagian wilayah masyarakat merasa tidak memiliki akses terhadap bangunan evakuasi. Selain jarak, kapasitas dan ketersediaan setiap waktu yang harus memenuhi persyaratan, ketahanan bangunan-bangunan tersebut terhadap bahaya gempabumi perlu diklarifikasi terlebih dahulu sesuai dengan peraturan bangunan tahan gempabumi di Indonesia berdasarkan peta kegempabumian Indonesia yang baru direvisi (Tim Revisi Peta Kegempabumian Indonesia, 2010). Namun demikian, pada saat ini bangunan-bangunan tersebut banyak yang sudah tidak dapat digunakan lagi sebagai *shelter* evakuasi vertikal akibat dampak dari bencana gempabumi di Kota Padang 30 September 2009 yang lalu.

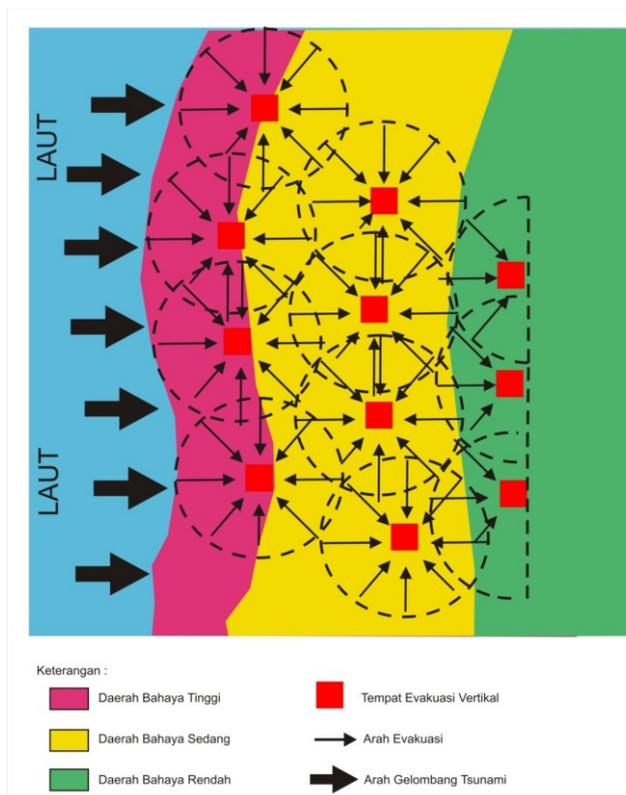
Berdasarkan hasil kajian LIPI, DLR dan UNU dalam kelompok kerja GITEWS (Anwar., 2011) direkomendasikan agar Pemerintah Daerah dapat membangun lokasi evakuasi di tempat masyarakat yang terpapar seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 6 dan membangun atau memperbaiki jalur-jalur yang sudah ada menuju lokasi evakuasi vertikal. Gambar 7 memperlihatkan model perencanaan lokasi bangunan evakuasi yang diadopsi berdasarkan petunjuk dari FEMA (2008). Dengan demikian, jika proses penerimaan, pengambilan keputusan dan reaksi dini membutuhkan waktu, maka waktu aman yang tersedia bagi masyarakat untuk mencapai lokasi evakuasi tersebut diperkirakan maksimum sekitar 15 menit. Jika kecepatan seseorang berjalan dalam kerumunan masa berkisar 3 km/jam maka jarak tempuh menuju lokasi *shelter* adalah sekitar 750 m.



Gambar 6. Lokasi bangunan evakuasi yang diperlukan di kota Padang berdasarkan kajian GITEWS.

Dibutuhkan pula lebih banyak sirine peringatan dini yang dapat terdistribusi secara merata di wilayah masyarakat yang terpapar oleh bahaya tsunami agar akses terhadap peringatan dini tersebut tidak mendapat hambatan.

Adanya kesiapan masyarakat yang optimal menyebabkan media peringatan dini ini menjadi lebih efektif. Oleh karena itu peningkatan kesiapan masyarakat dan penyediaan sarana-sarana evakuasi menjadi penting dalam program pengurangan



Gambar 7. Model penempatan lokasi bangunan Evakuasi vertikal di daerah bahaya tsunami.

resiko bahaya tsunami di Indonesia, terutama di Kota Padang. Bagi daerah-daerah yang terdiri dari morfologi dataran rendah yang cukup luas, seperti kota Padang sangat memerlukan sarana evakuasi vertikal. Sedangkan bagi daerah yang memiliki perbukitan yang cukup tinggi yang menjorok dekat dengan pantai tentu sistem evakuasi dapat dilakukan dengan lebih mudah. Mengingat waktu capai (ETA) gelombang tsunami hampir diseluruh pantai di wilayah Indonesia dapat mencapai < 30 menit, maka sistem evakuasi horizontal yang harus dicapai dalam waktu > 30 menit tidak direkomendasikan, kecuali jika jarak keberadaan seseorang sangat jauh dari tepi pantai dan berada dalam zona bahaya rendah. Oleh karena itu sangat diperlukan model-model genangan tsunami, terutama di daerah dengan kepadatan tinggi, agar perencanaan evakuasi dapat dilakukan secara lebih tepat.

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh berdasarkan kajian ini, yang surveinya dilakukan antara tahun 2007 - 2009,

memperlihatkan kondisi kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami di kota Padang. Hasil kajian memperlihatkan kondisi kesiapan masyarakat yang masih dalam keadaan kritis, hal ini tercermin dari nilai-nilai indeks kesiapan masyarakat yang cenderung masih rendah dalam mengantisipasi bahaya tsunami, diantaranya adalah kemampuan masyarakat untuk mencapai lokasi evakuasi. Namun demikian kesiapan masyarakat tersebut tentu sangat berkaitan pula dengan ketersediaan atau keberadaan lokasi evakuasi di wilayah yang terpapar oleh bahaya tsunami. Untuk itu diperlukan penguatan kesiapan masyarakat melalui sosialisasi dan diseminasi bahaya tsunami, selain penyediaan lokasi evakuasi di tempat yang dibutuhkan.

Kondisi topografi dan morfologi memperlihatkan bahwa metoda evakuasi terhadap bahaya tsunami secara horizontal di Kota Padang hampir tidak mungkin dilakukan. Oleh karena itu Pemerintah Daerah perlu merencanakan pembangunan lokasi evakuasi vertikal di daerah yang terpapar oleh bahaya tsunami. Penempatan bangunan evakuasi vertikal ini tentu harus pula mempertimbangkan berbagai hal seperti kepadatan penduduk, perencanaan kota, dllnya. Pilihan lainnya dalam pengurangan resiko bencana tsunami di Kota Padang adalah dengan membuat semacam *buffer zone* (zona penyangga) yang dibangun berdasarkan zona bahaya tsunami, tujuannya adalah untuk menghambat laju atau memperlemah energi gelombang tsunami. Zona yang berbahaya diperuntukkan bagi *green belt* ditanami misalkan dengan tanaman mangrove. Berikutnya merupakan zona awas yang diperuntukkan untuk bangunan evakuasi vertikal. Sedangkan bangunan umum ditempatkan di wilayah siaga yang merupakan zona dengan bahaya rendah dengan disain sebagai bangunan aman tsunami. Konsekuensinya adalah Pemerintah Daerah harus siap dengan relokasi penduduk.

Secara keseluruhan hasil yang diperoleh dalam kajian ini perlu diperbaharui secara periodik agar sesuai dengan perkembangan dinamika masyarakat terkini di Kota Padang agar kesiapan masyarakat terhadap bahaya tsunami selalu terpantau. Begitu pula dengan indikator kesiapan yang digunakan perlu dievaluasi sesuai dengan perkembangan kondisi program pengurangan resiko bencana tsunami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian Kajian Resiko Bencana Tsunami dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak memberikan kontribusi dan masukan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, H., 2011. Guideline for Tsunami Risk Assessment in Indonesia, Scientific Proposal for Practitioner and End Users, Indonesian – German Working Group on Tsunami Risk Assessment.
- Bock, Y., 2003. Crustal Motion in Indonesia from Global Positioning System measurements. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, No. B8, 2367, doi:10.1029/2001JB000234, 2003.
- FEMA, 2008., Guideline for Structure of Vertical Evacuation from Tsunamis.FEMA P 646/June 2008.US Department of Homeland Security and NOAA.
- Harjadi. P.J.P., 2008. Indonesia Tsunami Early Warning System (InaTEWS) : Concept and Implementation. International Workshop on Post Tsunami Soil Management, 1-2 July 2008, Bogor, Indonesia.
- Kawata., 2005. Comprehensive analysis of the damage and its impact on coastal zones by the 2004 Indian Ocean tsunami disaster. Disaster Prevention Research Institute. <http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/sumatra2004/report.html>
- Latief, H., 2001. Research on Tsunami Risk and Its Reduction in Indonesia : Present and Future, ITB. http://www.eqtap.edm.bosai.go.jp/publication/EqTAP.../presentation_2_8.pdf.
- Latief, H., 2006. Pemodelan & Pemetaan Rendaman Tsunami serta Kajian Resiko Bencana Tsunami di Kota Padang, Laporan Program Penelitian dan Pengembangan IPTEK 2006, Informasi / Peringatan dini kepada masyarakat Rawan bencana Sub- kegiatan No. 155i/IPK.1/OT/2006: 4977.0582, Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI.
- McAdoo, B., 2006. Smong: How an Oral History Saved Thousands on Indonesia's Simeulue Island during the December 2004 and March 2005 Tsunamis, *Earthquake Spectra*, Volume 22, No. S3, pages S661–S669, June 2006; © 2006, Earthquake Engineering Research Institute.
- McClosky., 2010. The September 2009 Padang earthquake, Correspondence *Nature Geoscience*.<http://www.nature.com/naturegeoscience>.
- Natawijaya, D.H., 2006. Penelitian Potensi Tsunami di Padang, Sumatra Barat. Laporan Program Penelitian dan Pengembangan IPTEK 2006, Informasi/Peringatan dini kepada masyarakat Rawan bencana Sub- kegiatan No. 155i/IPK.1/OT/2006: 4977.0582, Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI.
- Natawijaya, D.H., 2009. Studi Gempabumi dan Tsunami di Sumatra: Analisis gerakan G30S (Gempabumi 30 September) di Padang dan potensi gempabumi di Megathrust di Mentawai di masa mendatang. Laporan Penelitian Program Pengendalian Lingkungan Hidup Sub-Program Gejala Alam Tsunami dalam rangka Pembekalan Pengetahuan bagi Masyarakat: Informasi/ Peringatan Dini Kepada Masyarakat Rawan Bencana Sub-kegiatan No. 863/IPK/OT2009 : 6864-0582. Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI.
- Ratag., 2007. Present Status of the Indonesia Tsunami Early Warning System (InaTEWS).ftp://192.91.247.121/.../dra/.../1-Ratag_TsunamiWMO2-6April2007.pdf
- Satake, Kenji., 1991. Inverse and Forward Modeling of the 1993 Hokkaido Tsunami. Perspective on Tsunami Hazard Reduction, Hebenstreit, G. (ed.). Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- Satake, Kenji., 2005. Variability among Tsunami Source in the 17th-21st centuries along Southern Kuril Trench. *Tsunami : cases Studies and Recent Developments*, Satake, K. (ed), Springer, Netherlands.

Tim Revisi Peta Kegempabumian Indonesia., 2010. Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Kegempabumian Indonesia. <http://www.aifdr.org/products/MakalahRevisiPetaGempabumiIndonesia-PUJuli2010.pdf>.

UN-ISDR., 2006. Developing Early Warning System : A Checklist. EWC III Third

Internal Conference on Early Warning, 27-29 March 2006, Bonn, Germany.

Widjokongko., 2011. Studi baru ungkap waktu tempuh tsunami. <http://sains.kompas.com/read/2011/01/31/18060329/>